

Comportement de mâles stériles de *Glossina tachinoides* West. lâchés dans les conditions naturelles - environs de Fort-Lamy (Tchad)

I. Transport, lâchers, rythme d'activité, action sur la population sauvage (*)

par D. CUISANCE (**) et J. ITARD (***)
(avec la collaboration technique de B. BITSI, G. SERMA, D. ADAMA et B. MAHAMAT)

SOMMAIRE

Résumé.

Introduction.

I. Description des lieux d'expérience.

1. Situation.
2. Dynamisme des populations dans ces gîtes.

II. Envois de mâles stériles de Maisons-Alfort : bilan du transport jusqu'au lieu du lâcher.

1. Conditions de transport.
2. Etat des glossines à l'arrivée :
 - Comportement alimentaire.
 - Mortalité.

III. Lâchers des mâles stériles.

A. Protocole expérimental.

(*) Les 2^e et 3^e articles, qui traitent respectivement de :

a) la longévité et la dispersion des mâles irradiés;
b) les lieux et hauteur de repos; le comportement alimentaire,
paraîtront dans les numéros suivants.

(**) I.E.M.V.T., Laboratoire de Recherches vétérinaires de Farcha, B.P. 433, Fort-Lamy, Tchad.

(***) I.E.M.V.T., 10, rue Pierre Curie, 94700 Maisons-Alfort, France.

1. Technique d'étude.
 - a) Méthode de capture-recapture.
 - b) Marquages utilisés.
 - Marquage au moyen de poudres fluorescentes.
 - Marquage au moyen de gouaches.
 2. Chronologie des lâchers et des captures.
 - a) Gîte d'expérience C_3 .
 - b) Gîte témoin S_3 .
- B. Comportement des mâles stériles au lâcher.
1. Glossines ayant pris leur envol :
 - a) Comparaison entre les différentes catégories de glossines importées et les glossines sauvages;
 - b) Comparaison entre elles des différentes catégories de glossines importées.
 2. Glossines tombées au sol :
 - a) Comparaison entre les glossines importées et les glossines sauvages;
 - b) Comparaison entre elles des différentes catégories de glossines importées.
 3. Glossines mortes :
 - a) Comparaison entre les glossines importées et les glossines sauvages;
 - b) Comparaison entre elles des différentes catégories de glossines importées.
- C. Comportement des mâles stériles dans le gîte :
1. Rythme journalier d'activité.
 - a) Mâles sauvages non marqués.
 - b) Mâles stériles et mâles sauvages marqués.
 - c) Mâles irradiés à 6.000 rads, mâles non irradiés d'élevage.
 2. Efficacité des mâles stériles :
 - a) Evolution de la densité de la population du gîte.
 - Densité de population dans le gîte d'expérience C_3 .
 - Densité de population dans le gîte témoin S_3 .
 - b) Evolution de la composition de la population du gîte.
 - Composition de la population du gîte d'expérience C_3 .
Glossines sauvages.
Glossines importées.
 - Mâles irradiés à 15.500 rads.
 - Mâles irradiés à 6.000 rads.
 - Mâles normaux.
 - Composition de la population du gîte-témoin S_3 .
 - Comparaison des populations à C_3 et à S_3 .

IV. Conclusion.

Bibliographie.

RESUME

Des mâles adultes de *G. tachinoides*, élevés à Maisons-Alfort et irradiés à 15.500 rads à Saclay (France), ont été expédiés par avion à Fort-Lamy (Tchad) entre février et mai 1972, pour être lâchés, après marquage, dans un gîte naturel de la rive camerounaise du fleuve Chari.

Les auteurs analysent, dans cette première partie, les conséquences des facteurs « élevage-irradiation - transport-manipulation », sur le comportement et le rythme d'activité des mâles stériles par rapport à ceux observés chez des mâles sauvages.

L'absence d'effet mesurable sur l'évolution de la population naturelle est essentiellement due au fait que les mâles stériles étaient en nombre trop faible et ne se retrouvaient, dans la population naturelle, que dans la proportion de 11 p. 100.

INTRODUCTION

Le problème de la pollution par les insecticides donne, actuellement, aux méthodes de lutte biologique contre les insectes d'intérêt vétérinaire, médical ou agricole, une importance qui ne cesse de s'accroître.

Aux traditionnelles méthodes d'éradication des glossines par pulvérisations d'insecticides, se substituent de plus en plus les projets de lutte par la méthode du mâle stérile. Séduisante dans son principe, cette technique implique des conditions d'application pratique qui en sont encore au stade expérimental. Si les études concernant la mortalité, la longévité, la vigueur sexuelle des mâles stériles ont donné des résultats encourageants au laboratoire (14, 16), ces résultats demandent à être éprouvés et complétés sur le terrain.

Quelques lâchers préliminaires de glossines d'élevage non irradiées et irradiées ont été effectués, en 1969, dans des gîtes naturels au Tchad (12). Les recaptures de glossines lâchées, bien que très réduites, concluaient à un comportement écologique normal des glossines d'élevage ainsi lâchées.

A la suite de ces premières observations, les points faisant l'objet de ce travail portent sur quelques aspects du comportement de mâles stériles lâchés dans un gîte naturel connu :

- comportement au lâcher,
- rythme d'activité,
- efficacité (compétitivité sexuelle et compétitivité de nombre),
- longévité (compétitivité de survie),
- dispersion (compétitivité de vol),
- choix des lieux et hauteurs de repos,

— comportement alimentaire (capacité de s'alimenter).

Etre le plus actif possible, pour se disperser au maximum, afin d'inséminer le plus grand nombre de femelles pendant une durée de vie la plus longue possible, tels sont les éléments de la compétitivité auxquels doit théoriquement satisfaire le mâle stérile.

Une telle étude nécessite la mise à disposition de quantités de mâles stériles assez importantes en vue d'obtenir des résultats significatifs. Les progrès réalisés en matière d'élevage de glossines ont permis au laboratoire d'entomologie de l'I.E.M.V.T., à Maisons-Alfort, d'expédier un total de 9.000 mâles rendus stériles par irradiation gamma à 15.500 rads auxquels ont été joints environ 600 mâles irradiés à des doses inférieures (*).

Les résultats de l'ensemble des observations entreprises font l'objet de plusieurs publications; la première a trait au bilan du transport et à celui du lâcher, ainsi qu'à l'étude des deux points suivants : rythme d'activité, efficacité des mâles stériles.

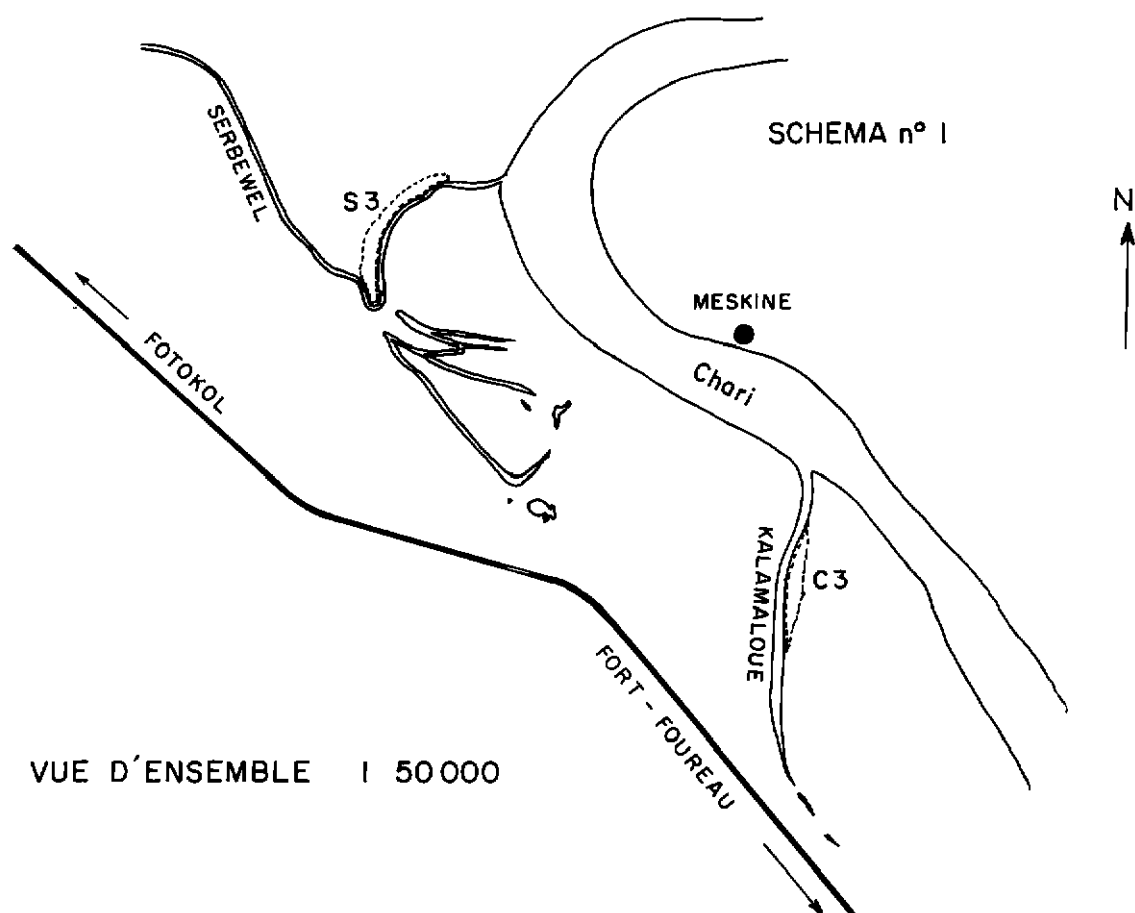
I. DESCRIPTION DES LIEUX D'EXPERIENCE

A une vingtaine de kilomètres en aval de Fort-Lamy se situe la réserve de faune de la Kalamaloué, qui s'étend de part et d'autre de

(*) La stérilisation totale est obtenue, chez *G. tachinoides*, à 15.500 rads. Les mâles irradiés peuvent s'accoupler et inséminer les femelles, mais ont une durée de vie plus brève que celle des individus normaux. Les mâles, irradiés à faibles doses (6.000 rads), ne sont pas totalement stériles, mais ont une meilleure longévité. Leurs descendants sont en majorité stériles ou semi-stériles (18).

la route de Fort-Foureau à Fotokol, le long de la rive camerounaise du Chari, et le long du Serbewel son défluent. Elle représente pour l'expérimentation un lieu privilégié d'observation, pour plusieurs raisons : sa proximité rend envisageable un transport rapide des glossines en vue des lâchers; relativement isolée et bien protégée, il devient possible de poursuivre une telle observation sans que des facteurs artificiels

viennent perturber le protocole mis en place (coupes d'arbres, feux de brousse intempestifs, etc.); depuis de nombreuses années enfin, l'écologie de la population de glossines (*Glossina tachinoides*) a été particulièrement étudiée et suivie (11, 13) dans cette zone de son aire de répartition, ce qui a rendu plus aisé, en vue de l'expérience, le choix de deux gîtes au sein de la réserve (schéma I).



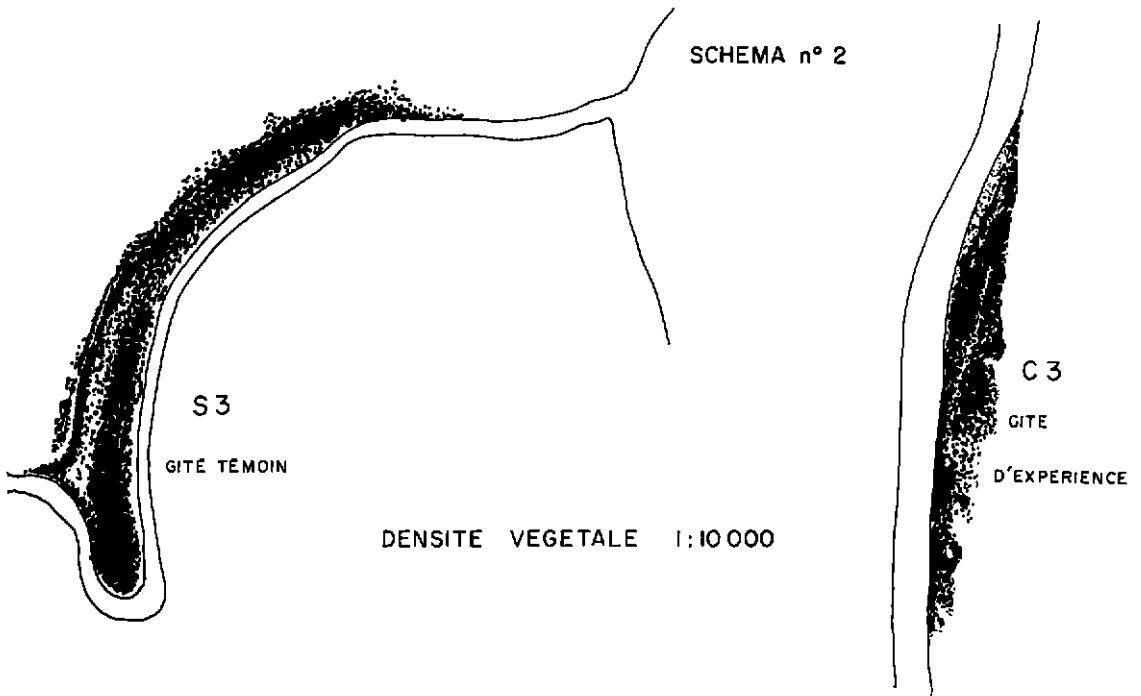
Suivant la nomenclature des gîtes établie par J. GRUVEL, le gîte d'expérience est désigné par C₃ (3^e gîte bordant le Chari) et le gîte témoin par S₃ (3^e gîte bordant le Serbewel). Ces deux gîtes ont été retenus pour les raisons suivantes :

1. Situation

— Ces deux îlots de végétation dense se trouvent chacun au bord de l'eau : bord du Serbewel pour S₃, bord du bras mort (dénommé

Kalamaloué) pour C₃; ils sont allongés suivant la direction Nord - Est - Sud - Ouest, et ont grossièrement la forme d'une banane pour S₃ (1.200 m × 100), d'un fuseau pour C₃ (950 m × 100) (schéma II).

— Distants d'environ 4 km l'un de l'autre, aucun échange ne se produit en saison chaude entre les deux populations de glossines; celles-ci peuvent être considérées comme indépendantes à cette période de l'année, les grandes savanes constituant alors des barrières infranchissables.



— Il s'agit de terrains argilo-sableux portant une végétation dense de composition et d'aspect très semblables dans les deux cas, où dominent : *Morelia senegalensis*, *Crateva religiosa*, *Mimosa pigra*, *Mitragyna inermis* (schéma III); cet ensemble végétal est parfaitement délimité au milieu de la savane qui l'entoure et constitue un gîte.

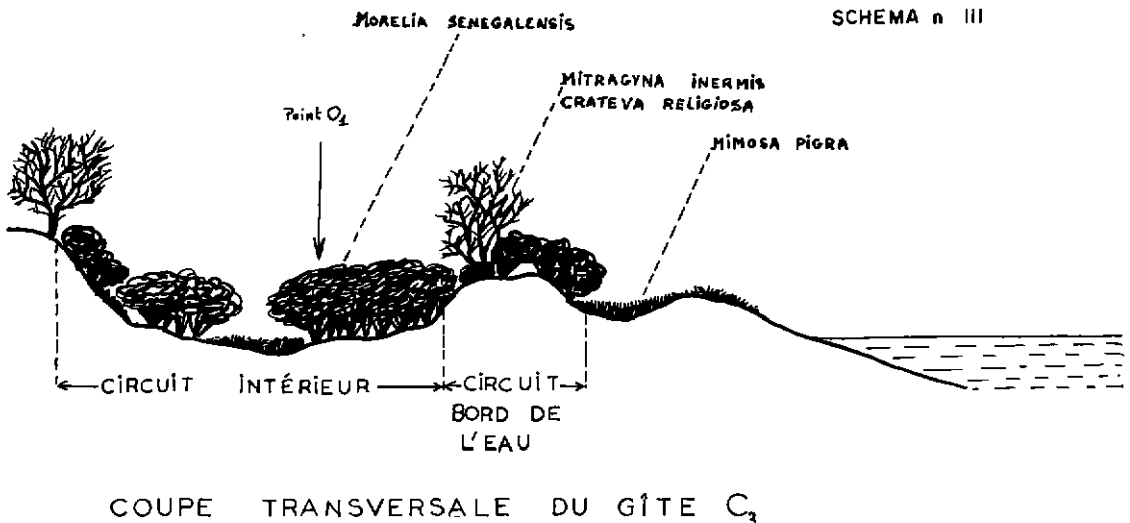
2. Dynamique des populations dans ces gîtes

— Les glossines n'occupent ces lieux qu'une partie de l'année, au moment du retrait des

eaux d'inondation, qui se fait à peu près à la même période à ces deux endroits.

— La population s'installe au cours de la saison sèche et fraîche. Avec le début de la saison sèche et chaude, les glossines, qui étaient dispersées dans la réserve, se regroupent dans ces gîtes, où elles trouvent la couverture végétale les protégeant des rigueurs climatiques.

— L'occupation des gîtes commence donc en décembre-janvier; la population, d'abord discrète, va croître en février pour atteindre en



avril-mai son maximum, puis décroître en juin jusqu'au début de la saison des pluies. Au gîte S₃, la même courbe se dessine, mais avec un léger décalage, le gîte étant plus vaste, mieux protégé et exondé un peu plus longtemps. Avec la saison chaude, une migration locale à l'intérieur même du gîte est observée à C₃ et à S₃.

— Dans les deux cas, il s'agit de gîtes à forte densité de glossines pendant la durée d'occupation; en plus de la protection végétale et de la proximité de l'eau, qui créent des conditions hygrothermométriques favorables, elles trouvent à leur disposition un grand nombre d'hôtes (antilopes, phacochères, hippopotames, etc.).

Ces deux populations de glossines, isolées temporairement, évoluent donc d'une façon pratiquement identique dans la période considérée.

Mettant à profit ces lieux d'observation, des mâles stériles (*Glossina tachinoides*) en provenance de l'élevage réalisé à Maisons-Alfort (16, 18, 19) ont été lâchés périodiquement dans l'un d'eux (Gîte C₃), l'autre servant de témoin.

II. ENVOIS DE MALES STERILES DE MAISONS-ALFORT : BILAN DU TRANSPORT JUSQU'AU LIEU DU LACHER

1. Conditions de transport

Les mâles, âgés de 2 à 10 jours, sont irradiés aux rayons γ à la dose de 15.500 rads délivrée en 46 ma, avant d'être acheminés sur le Tchad; l'irradiation a lieu la veille de l'expédition (14, 16). Ils sont alors placés dans des boîtes isothermes, maintenues à la température du laboratoire (25° C); chaque boîte contient deux cages de type Roubaud, renfermant chacune 100 à 150 individus. Expédiées par voie aérienne, les glossines sont réceptionnées à Fort-Lamy dans les dix heures qui suivent, en général à 7 h ou à 17 h, dans le but d'éviter les fortes températures de la journée, très préjudiciables à leur survie.

Le transport jusqu'au lieu du lâcher se fait en voiture, puis en bateau (durée totale : 1 h). En saison chaude, pendant le transport jusqu'au lieu du lâcher, il a été fait usage d'un container refroidi à environ 10-15°.

2. Etat des glossines à l'arrivée

a) Comportement alimentaire : aussitôt arrivées, les glossines sont nourries sur lapins, et laissées au repos plusieurs heures, dans un local à température ambiante, légèrement ventilé. A l'occasion de chaque réception, on a pu constater que les mâles stériles, toujours très affamés, avaient un comportement de piqure normal, et se gorgeaient d'une façon très satisfaisante.

b) Mortalité : les glossines n'étant lâchées qu'après un temps de repos, la mortalité relevée est celle du moment du lâcher, et non du moment de l'arrivée. Elle sera analysée plus loin. Il est à noter cependant, qu'à l'exception d'un envoi, où toutes les glossines ont péri à la suite d'une exposition au soleil des containers d'expédition, les glossines ont été réceptionnées dans de bonnes conditions, et la mortalité en moyenne n'a été que de 8,9 p. 100.

III. LACHERS DES MALES STERILES

Il convient de rappeler que les glossines ainsi envoyées de Maisons-Alfort dans le but d'être observées après être lâchées dans les conditions naturelles, ont les caractéristiques suivantes : il s'agit de mâles de *Glossina tachinoides*, élevés au laboratoire depuis plusieurs générations, soumis à une irradiation et transportés durant plusieurs heures sur un long trajet; autant de facteurs qui peuvent influencer leur comportement ultérieur. Si le facteur « irradiation » est celui qui nous intéresse, il n'est pas le seul à agir, et il faudra dissocier la part qui revient à l'irradiation dans une modification éventuelle du comportement des mâles stériles par rapport à celui des mâles sauvages, et celle qui est la conséquence des deux autres facteurs.

A. Protocole expérimental

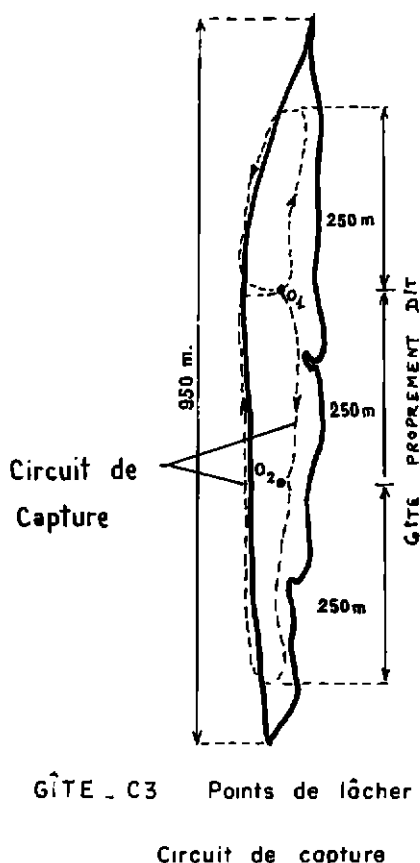
1. Technique d'étude

a) Méthode de capture-recapture : pour sonder la population sur les points ci-dessus énoncés, la méthode de capture - marquage - recapture a été retenue, car malgré ses imperfections, elle est la seule méthode pratique permettant de suivre une population avant, pendant et après les lâchers. Elle s'applique d'autant à *G. tachinoides* que cette dernière

pique fréquemment l'homme (espèce anthropophile).

Les résultats obtenus ne sont qu'une approche de la réalité, car elle ne concerne que les mouches actives et attirées par les captureurs (*). Toutefois, pratiquée d'une façon rigoureusement constante et suivie, elle est d'une aide précieuse. Pour que les glossines soient sollicitées avec la plus grande régularité possible, le protocole de recapture s'est ainsi déroulé : l'équipe de captureurs (7 à 8 personnes) reste groupée dans un rayon de 20-30 m autour du chef d'équipe et se déplace dans le gîte en respectant un parcours qui demeure toujours identique, et qui a été dicté par l'abondance relative des mouches suivant les zones du gîte; ce parcours décrit dans C₃ un 8 qui le traverse en entier (schéma IV); il est accompli dans le temps moyen de 5 h 30 par jour.

SCHEMA n° IV



(*) Mot forgé à partir du verbe capturer (s'emparer d'un être vivant), pour désigner une personne chargée de capturer des insectes (Fly-boy des anglais).

Cette durée correspond à peu près au nombre d'heures dans la journée, compte tenu des facteurs abiotiques (température, humidité, lumière), pendant lesquelles il est possible de capturer des glossines en quantité. Le but est donc de donner à toute la population du gîte, l'occasion de piquer l'homme et par suite d'être capturée, afin de collecter le plus grand nombre de glossines par jour, suivant un protocole régulièrement constant.

b) Marquages utilisés : pour identifier, lors des recaptures, les glossines précédemment lâchées, il convient d'utiliser une méthode de marquage simple, rapide, pratique, qui traumatise le moins possible l'insecte.

Les marquages utilisés sont les suivants :

- Marquage au moyen de poudres fluorescentes (Switzer Brothers Inc.) : les glossines, par groupes d'une dizaine, sont introduites dans un tube à essai, dans lequel on projette une petite quantité de poudre; on imprime au tube quelques mouvements de rotation et les insectes sont libérés.

La détection, en général aisée pendant une quinzaine de jours, peut être facilitée par l'utilisation d'une lampe à rayonnement ultra-violet (Ultra-violet-Products Inc.).

- Marquage au moyen de gouaches :
 - gouaches acryliques indélébiles, fluorescentes ou mates (Linel 7-77 - Berty);
 - gouaches de peintre (omnigouaches J.M. Paillard).

Sur la face supérieure du thorax est déposée, avec un stylet, une petite tache de gouache.

Le marquage en poudre a l'avantage d'être rapide et de ne pas nécessiter une manipulation individuelle des mouches; il n'est facilement appréciable sur les insectes recapturés que pendant quinze jours à trois semaines au maximum.

Les gouaches acryliques ont donné entière satisfaction; elles adhèrent bien, ne se dessèchent pas trop vite à l'air, sont dénuées de toxicité et permettent d'identifier très facilement les individus. La qualité du marquage est cependant légèrement différente suivant les coloris; la gamme fluorescente rend particulièrement service.

Elle permet les identifications de nuit et de jour, à l'intérieur du gîte qui est sombre; les

marquages fluorescents se distinguent plus facilement que les marquages mats. Enfin, les gouaches acryliques sont à préférer aux gouaches ordinaires, ces dernières adhérant mal au tégument de la mouche.

Ces marquages à la gouache ont l'inconvénient de nécessiter une manipulation individuelle des glossines.

A chaque lâcher, le lot de mâles stériles et le lot témoin reçoivent une marque de coloris différent, mais du même type (gouache ou poudre). Les cinq premiers lâchers ont eu lieu avec un couple de couleurs (une couleur par lot) changeant à chaque fois, ce qui constitue le premier cycle de marquage; il a été suivi par un second cycle de même type. Les deux derniers lâchers ont fait appel à un ordre de marquage différent.

2. Chronologie des lâchers et des captures (*)

a) Gîte d'expérience C_3 : les lâchers de mâles stériles ont eu lieu toutes les semaines ou tous les 15 jours, suivant les possibilités d'envoi. Afin de comparer dans le gîte, le nombre des mâles stériles à celui des mâles sauvages, un lot témoin de glossines sauvages a été lâché au même moment et dans les mêmes conditions. Pour ce faire, la veille du lâcher des mâles stériles, une capture est effectuée à C_3 ; le lot témoin, ainsi capturé, est nourri et maintenu en cage Roubaud dans le gîte jusqu'au lendemain, jour du lâcher des mâles stériles; en saison très chaude, le lot est maintenu, entre 12 h et 16 h, en caisson légèrement refroidi. Chaque lot est marqué, puis nourri avant le lâcher, car la présence des captureurs dans le gîte fait fuir le gibier et par conséquent tout hôte éventuel pour les glossines, qui risquent alors de rester à jeun plus de 24 heures. Autrement dit, chaque semaine, dans C_3 , deux captures ont lieu, l'une la veille du lâcher, l'autre 48 heures après le lâcher. Ceci permet d'évaluer d'une part la densité de la population par la méthode de capture-recapture avec un délai de 48 heures après marquage des glossines sauvages, d'autre part de suivre l'activité des mâles stériles en comparaison avec celle des mâles sauvages; en effet, chaque glossine capturée est annoncée par le captureur au chef

d'équipe qui enregistre le sexe, la couleur du marquage, le lieu exact de la capture. Le total est noté par heure de capture, au cours de chacune desquelles sont mesurées la température ambiante et l'humidité relative (H.R.) du lieu de capture (psychromètre-fronde).

- 9.572 mâles ont été expédiés de Maisons-Alfort; 7.373 ont pris un envol normal, et comprenaient :

- 4.370 mâles stériles (15.500 rads), 197 mâles irradiés à 6.000 rads et 317 mâles non irradiés (lâchés dans C_3 du 2.2.72 au 17.5.72 aux fins annoncées précédemment);

- 1.630 mâles stériles lâchés à C_3 , ainsi que 859 à S_3 (cage d'expérience) en vue d'observations d'un autre ordre (lieux de repos, comportement alimentaire).

- Simultanément, 4.015 mâles et 1.977 femelles sauvages, pris dans le gîte, ont été relâchés après marquage.

Le bilan des recaptures en fonction des lâchers de mâles stériles et de glossines sauvages témoins (mâles et femelles) ayant pris un envol normal s'établit comme suit :

Au cours de 32 séances, représentant 177 heures de captures, 24.764 glossines ont été prises :

- 18.035 mâles parmi lesquels 3.668 se trouvaient marqués;

- 6.729 femelles parmi lesquelles 176 étaient porteuses d'une marque.

b) Gîte témoin S_3 : tout en suivant l'évolution de la population de C_3 , la même méthode de capture-recapture (délai : 48 heures) a été appliquée dans les mêmes conditions au gîte S_3 ; ces sondages ont eu lieu à des intervalles de temps plus grands (15 jours à 3 semaines). Des glossines sauvages capturées dans le gîte, suivant une technique toujours constante, sont nourries, marquées, puis lâchées; la recapture a lieu 48 heures après, toujours selon le même protocole. Le marquage utilisé est identique à celui pratiqué à C_3 .

3.330 mâles et 1.370 femelles, qui avaient été capturés dans ce gîte, ont été marqués et ont pris un envol normal.

(*) On retiendra les signes suivants : mâles sauvages (♂); femelles sauvages (♀); mâles stériles (♂→); l'astérisque signifie que les mouches sont marquées.

Au total, 10.692 glossines ont été recapturées dans S_3 en 14 séances (72 heures) :

- 7.800 mâles dont 590 marqués;
- 2.892 femelles dont 54 marquées.

B. Comportement des mâles stériles au lâcher

Arrivées dans le gîte, après ouverture des boîtes isothermes, les glossines sont nourries par cage; chaque mouche est ensuite marquée et lâchée.

Dans l'ensemble, la glossine libérée prend son envol et disparaît; il est possible de la suivre quelquefois et surtout, aux fortes températures, de la voir se poser sur la partie inférieure d'un tronc de *Morelia senegalensis*. Toutefois, un certain nombre de glossines sont incapables de prendre leur envol et tombent au sol; le lâcher s'effectuant au-dessus d'un plateau blanc, leur dénombrement est aisé; en fin de marquage, les glossines mortes sont comptées au fond des cages. Les mêmes constatations ont été faites pour les glossines sauvages (lot témoin) qui ont attendu environ 12 heures en cage, avant d'être libérées en même temps que les mâles stériles. Ceci a permis d'établir les pourcentages respectifs de glossines envolées, tombées, échappées ou mortes au moment du marquage et de les comparer par un test ϵ . Pour les analyses statistiques, les mâles stériles ont été comparés avec les mâles sauvages lâchés en même temps qu'eux.

Il en est de même des mâles irradiés à 6.000 rads et des mâles non irradiés, que l'on a comparés aux lots de mâles sauvages lâchés simultanément.

1. Glossines ayant pris leur envol

a) Comparaison entre les différentes catégories de glossines importées et les glossines sauvages :

— 80,7 p. 100 des mâles stériles ont pris un envol normal contre 86,4 p. 100 pour les mâles sauvages, sur l'ensemble des lâchers. Les fluctuations de l'échantillonnage mises à part, la différence entre les deux pourcentages est significative ($\epsilon = 8,63$) au risque choisi de 5 p. 100. Les mâles stériles ont montré moins de vigueur au lâcher que les mâles sauvages;

— Si on compare le lâcher de mâles irradiés à 6.000 rads (81 p. 100 d'envol) et celui des mâles sauvages effectués le même jour (95,6 p.

100), on retrouve là aussi une différence très significative ($\epsilon = 6,98$);

— Enfin, les mâles non irradiés d'Alfort se sont envolés à 87,3 p. 100 contre 95,6 p. 100 pour les mâles sauvages : différence significative ($\epsilon = 4,94$).

Donc, mâles stériles, mâles 6.000 rads, mâles non irradiés d'Alfort, s'envolent en plus faible nombre que les mâles sauvages lâchés en même temps qu'eux; ils diffèrent tous des mâles sauvages d'une façon significative.

b) Comparaison entre elles des différentes catégories de glossines importées :

— L'envol des mâles stériles (80,7 p. 100) et celui des mâles 6.000 rads (81 p. 100) ne diffèrent pas ($\epsilon = 0,12$ non significatif).

— L'envol des mâles 6.000 rads et celui des mâles non irradiés sont significativement différents : ceux-ci s'envolent mieux que ceux-là ($\epsilon = 3,14$).

On peut donc conclure :

— Le pourcentage de glossines ayant pris leur envol est différent suivant qu'il s'agit de glossines importées ou de glossines sauvages, le facteur « voyage et élevage » diminue le pourcentage d'envol;

— Le pourcentage est différent entre les glossines irradiées et les glossines non irradiées; le facteur « irradiation » diminue le pourcentage d'envol; ce pourcentage baisse lorsque le taux d'irradiation s'élève;

— Ces facteurs concourent ensemble à abaisser le pourcentage d'envol.

2. Glossines tombées au sol

La mouche qui ne peut s'envoler chute sur le sol pour diverses raisons :

- manque de vigueur (épuiement); elle a été souvent incapable de se nourrir;
- ailes non parfaitement dépliées; en général elle s'est nourrie, mais reste au stade « araignée »;
- ailes brisées.

Les accidents de marquage (gouache qui touche l'aile) sont rares.

a) Comparaison entre les glossines importées et les glossines sauvages :

— Il tombe plus de mâles stériles que de mâles sauvages (9,3 p. 100 contre 2,3 p. 100 : $\epsilon = 16,27$ hautement significatif);

— Il tombe au sol plus de mâles 6.000 rads que de mâles sauvages (17,6 p. 100 contre 1,1 p. 100 : $\epsilon = 9,76$ significatif);

— Il tombe au sol plus de mâles d'élevage non irradiés que de mâles sauvages (8,8 p. 100 contre 1,1 p. 100 : $\epsilon = 6,26$ significatif).

b) Comparaison entre elles des différentes catégories de glossines importées :

— Mâles stériles et mâles 6.000 rads diffèrent ($\epsilon = 5,18$) : il y a eu moins de mâles stériles qui ont chuté que de mâles irradiés à 6.000 rads.

— Mâles stériles et mâles non irradiés ne diffèrent pas ($\epsilon = 0,33$); ils sont tombés en quantités égales.

On peut conclure que :

— Les glossines importées sont tombées avec un pourcentage plus élevé que les glossines sauvages; le facteur « élevage et voyage » élève le pourcentage de glossines qui tombent (ailes en mauvais état surtout);

— Les mâles fortement irradiés et ceux non irradiés ont un pourcentage de chute identique; le pourcentage de chute relevé chez les mâles 6.000 rads est imputable au facteur « élevage-voyage ». Il n'y a donc pas d'influence du facteur « irradiation ».

3. Glossines mortes avant le lâcher

Il s'agit du pourcentage de mortalité relevé au moment du lâcher; il peut être dû à l'élevage, au voyage ou à l'irradiation chez les mâles importés. Il est dû au maintien en cage, avant le lâcher, chez les mâles sauvages.

a) Comparaison entre les glossines importées et les glossines sauvages :

— Mâles stériles et mâles sauvages diffèrent significativement (8,9 p. 100 contre 10 p. 100 : $\epsilon = 2,15$); la mortalité est légèrement plus élevée chez les mâles sauvages; ceux-ci supportent moins bien la captivité que les mâles d'élevage. Ce phénomène, bien connu, s'observe lorsque l'on ramène au laboratoire, en vue d'observations, des lots de glossines sauvages; il existe une forte mortalité les premiers jours.

— Mâles 6.000 rads et mâles sauvages ne diffèrent pas (1,2 p. 100 contre 2,4 p. 100 : $\epsilon = 0,01$). Ils ont ensemble des taux de mortalité semblables.

— Mâles non irradiés et mâles sauvages ne diffèrent pas (2,4 p. 100 contre 2,4 p. 100).

Pour les mâles 6.000 rads et les mâles non irradiés, il n'y a eu qu'un seul lâcher. Aussi la comparaison avec les mâles sauvages est-elle de moindre valeur; seuls les résultats obtenus pour les mâles stériles méritent attention.

Les facteurs « élevage, irradiation, voyage » n'élèvent donc pas la mortalité enregistrée chez les glossines importées; elle est même inférieure à celle des mâles sauvages qui supportent moins bien la captivité.

b) Comparaison entre elles des différentes catégories de glossines d'élevage.

— Les mâles stériles (8,9 p. 100) diffèrent des mâles 6.000 rads (1,2 p. 100) ($\epsilon = 6,01$); le taux de mortalité est nettement supérieur chez les mâles stériles.

— Les mâles stériles diffèrent des mâles non irradiés (2,4 p. 100) ($\epsilon = 4,33$); le taux de mortalité est plus élevé chez les mâles stériles.

— Les mâles 6.000 rads (1,2 p. 100) ne diffèrent pas des mâles non irradiés (2,4 p. 100) ($\epsilon = 1,04$); ils ont des taux de mortalité semblables.

Il existe donc un taux de mortalité différent entre les catégories de glossines d'élevage, taux qui s'élève avec la dose d'irradiation.

L'irradiation n'affecte pas la mortalité des glossines importées relativement aux mâles sauvages; elle n'influe seulement qu'entre les catégories de glossines d'élevage.

A la lumière de ces résultats, il est possible de séparer la part de l'effet de l'élevage et du transport, de celle qui revient à l'influence du rayonnement gamma imposé aux mouches.

— Facteurs « élevage, voyage » :

• Ils abaissent le pourcentage d'envol en diminuant la vigueur des mouches, et augmentent le pourcentage de chute en favorisant l'apparition d'ailes anormales ou abîmées. L'observation de visu dans la nature corrobore ces résultats; il est possible de constater en effet, que les glossines importées sont nettement moins vigoureuses au lâcher que les glossines

du gîte. Ces dernières s'envolent avec rapidité et il est difficile de suivre, même quelques fractions de seconde, le trajet qu'elles prennent. Par contre, les glossines introduites artificiellement restent souvent immobiles quelques secondes sur le doigt qui les lâche et partent lentement, allant se poser sur la partie inférieure des troncs de *Morelia senegalensis* les plus proches ou sur le sol; à la fin du lâcher, les troncs proches de ce lieu sont « tapissés » de glossines, dont la quasi-totalité est constituée de glossines importées. Ce manque d'agilité et de vigueur semble s'estomper dans les jours suivants;

- Ils sont sans effet sur le taux de mortalité comparativement aux glossines sauvages. Les glossines d'élevage semblent mieux adaptées à la vie en cage.

— Facteur « irradiation » :

- Il abaisse le pourcentage d'envol en amoindrissant la vigueur des mouches;

- Il est sans effet sur les pourcentages de chute et de mortalité (une augmentation du taux de mortalité n'est perceptible qu'entre les catégories de glossines importées, mais non par rapport aux glossines sauvages).

— Ces trois facteurs agissent simultanément pour handicaper légèrement au lâcher les glossines importées et en particulier les mâles stériles.

On n'a pas tenu compte des pourcentages de glossines échappées, puisque, dans ce cas, il est bien sûr impossible de distinguer les sexes (glossines sauvages). Cependant, on peut comparer le pourcentage obtenu chez les glossines d'élevage et celui observé pour l'ensemble mâles et femelles sauvages; ceci permet de constater que ces pourcentages (0,9 p. 100 et 1,2 p. 100) sont différents ($\epsilon = 3$). La plus faible propension des glossines d'élevage par rapport aux glossines sauvages à s'échapper au moment du marquage est un signe, bien que secondaire, de leurs moindres vigueur et vivacité, et vient appuyer les constatations faites précédemment.

C. Comportement des mâles stériles dans le gîte

Les deux premiers points qui seront abordés concernent le rythme d'activité des mâles stériles comparé à celui des mâles sauvages et leur efficacité dans les conditions de l'expérience.

1. Rythme journalier d'activité

a) Mâles sauvages non marqués :

Les captures ayant été enregistrées par heure, par sexe et par couleur de marquage, ont permis de calculer le pourcentage horaire de captures des différentes catégories de glossines lâchées 48 heures avant, donc de comparer le rythme d'activité, c'est-à-dire la façon dont les glossines se mobilisent au long de la journée pour venir piquer. Parmi les facteurs qui conditionnent l'activité des mouches, on retiendra principalement la température, la lumière et l'humidité relative. Ils s'intriquent pour agir ensemble, mais la température est certainement le facteur le plus limitant.

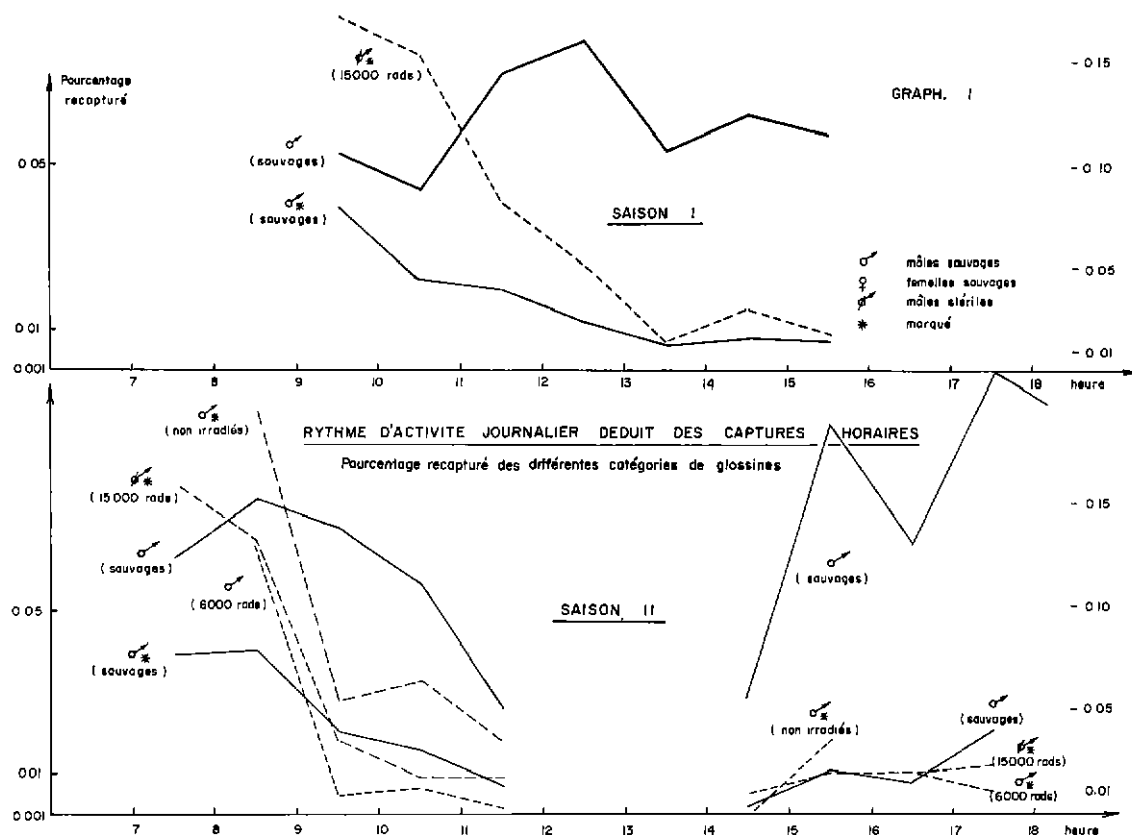
L'expérience s'est déroulée du mois de février au mois de mai. On y distingue deux périodes climatiques, qui conditionnent l'activité des mouches sauvages et, en conséquence, le choix des heures de capture. Le relevé par heure des températures et des humidités relatives permet de calculer leurs valeurs moyennes, établies sur l'ensemble des captures et d'indiquer les limites entre lesquelles ont eu lieu les captures au cours des deux saisons.

— Saison I, mois de février (saison plus ou moins chaude et sèche) : Les glossines n'atteignent leur pleine activité qu'aux heures où la température est la plus élevée, (température moyenne : $32^{\circ}1$) et qui correspond à leur optimum thermique. Les captures ont lieu entre 10 h et 16 h; avant et après, l'activité des glossines est faible.

— Saison II, mois de mars, avril, mai (saison chaude à humidité croissante) : La température s'élevant et devenant très forte au milieu de la journée, l'activité se situe en début et en fin de journée (température moyenne : 31° et $35^{\circ}5$), autorisant des captures de 7 h à 12 h et de 16 h à 18 h environ.

Il s'agit là du rythme d'activité des glossines sauvages, qui est représenté sur le graphique I, obtenu à partir des pourcentages moyens horaires de capture :

- un pic d'activité en saison plus ou moins chaude (12 h - 13 h);
- deux pics d'activité en saison très chaude (8 h - 9 h et 17 h - 18 h).



b) Mâles stériles et mâles sauvages marqués :

De la même façon, on a établi par heure de capture les pourcentages de mâles stériles et de mâles sauvages marqués; les courbes (graphique I) ont été tracées à partir des pourcentages moyens de captures par heure portant sur l'ensemble des douze recaptures faites au délai de 48 heures.

— Saison I : Pour les mâles sauvages marqués et pour les mâles stériles, on obtient des courbes très semblables; le pourcentage de capture, très élevé la première heure, va en diminuant rapidement et d'une façon continue; les mâles sauvages et les mâles stériles, dès qu'ils sont sollicités, attaquent les captureurs en fortes proportions. Celles-ci sont cependant plus fortes pour les mâles stériles que pour les mâles sauvages marqués, mais l'allure des courbes est la même. Elle permet de situer le maximum entre 9 h et 10 h; ce maximum de saison I avait lieu entre 12 h et 13 h pour les mâles sauvages non marqués.

Donc, mâles sauvages marqués et mâles stériles ne diffèrent pas dans leur courbe d'activité de saison I, mais ils diffèrent des mâles sauvages non marqués du gîte; il faut voir dans cette modification du comportement, l'influence des opérations (manipulations, contention, marquage, etc.) infligées aux deux premières catégories de glossines.

— Saison II : L'activité journalière des mâles sauvages marqués et des mâles stériles prend l'allure d'une courbe à deux clochers, l'un le matin, l'autre en fin d'après-midi. En cela, les courbes ne diffèrent pas entre elles, et ne diffèrent pas de celle observée pour les mâles sauvages du gîte.

* Par contre, l'heure où se situe l'optimum d'activité du matin est différente pour les mâles stériles (7-8 h), comparée aux mâles sauvages marqués ou non marqués (8-9 h). Il s'agit d'une faible différence certes, mais qui aurait tendance à montrer que les mâles stériles entrent en activité et atteignent leur optimum d'activité plus tôt que les mâles sauvages (marqués ou

non). Or, le facteur primordial qui règle l'activité étant la température, nous sommes amenés à comparer les températures des optimums d'activité.

- Pour les mâles stériles entre 7 h et 8 h, la température moyenne est, pour le début et la fin de l'heure, 25°4 et 29°3 (H.R. : 57,3 p. 100, 48,4 p. 100).
- Pour les mâles sauvages (marqués ou non), entre 8 h et 9 h, ces mêmes moyennes de température sont de 29°3 et 32°8 (H.R. : 48,4 p. 100, 37,4 p. 100).

En saison chaude, l'optimum thermique d'activité des mâles stériles, dans la matinée, est inférieur à celui des mâles sauvages; on est en droit de penser que le facteur « élevage » joue ici un rôle. Les glossines sont, en effet, maintenues à une température constante de 25° en salle d'élevage; relâchées dans la nature, leur niveau d'activité optimal se situerait à environ 27°, donc près de 25°, alors qu'il est de 31° environ pour les mâles sauvages.

* En fin d'après-midi, on retrouve pour chaque catégorie de glossines, le même optimum thermique, entre 17 h et 18 h (35°8 - 35°2) (H.R. : 29,8 p. 100 - 34,7 p. 100).

c) Mâles irradiés à 6.000 rads, mâles non irradiés d'élevage :

Il y a eu un lâcher de mâles (6.000 rads) et un lâcher de mâles non irradiés, tous deux en saison chaude. Aussi, la comparaison avec les mâles sauvages ne portera-t-elle que sur la courbe d'activité de saison II.

— Trois lots de glossines (mâles irradiés à 6.000 rads, mâles irradiés à 15.500 rads, mâles sauvages) ont été lâchés en même temps au cours de la saison II; au délai de 48 heures après le lâcher, les pourcentages de captures horaires de ces différentes catégories permettent de tracer des courbes d'activité qui sont semblables entre elles (graphique I).

— Trois lots de glossines (mâles non irradiés, mâles irradiés à 15.500 rads, mâles sauvages) ont été lâchés de même au cours de la saison II. On obtient des courbes d'activité elles aussi semblables.

Dans ces deux cas, les recaptures ont débuté à 8 h le matin, si bien qu'il est impossible de savoir si l'optimum thermique est antérieur à

8 h comme c'était le cas pour les mâles irradiés à 15.500 rads.

L'allure générale des courbes est la même; quel que soit le taux d'irradiation, le rythme d'activité des mâles d'élevage est le même.

Les facteurs « élevage, voyage » et les manipulations perturbent légèrement le rythme d'activité des glossines importées, au moins pendant les 48 heures qui suivent le lâcher. Le facteur « irradiation » est sans effet.

2. Efficacité des mâles stériles

L'efficacité des mâles stériles est la conséquence de la compétitivité sexuelle que ces derniers peuvent soutenir vis-à-vis des mâles sauvages. Plus les mâles stériles sont capables de s'accoupler aux femelles vierges qui naissent dans le gîte, plus la descendance de la population est affectée et compromise. Cette compétitivité est donc le résultat de leur vigueur, mais aussi de leur nombre rapporté à celui des mâles sauvages.

Le gîte d'expérience C₈ a donc été l'objet toutes les semaines ou tous les 15 jours depuis le début de février jusqu'au mois de mai, d'un lâcher de mâles stériles; il s'agit de mâles stérilisés à 15.500 rads environ, dose à laquelle la fertilité des mâles de *Glossina tachinoides* est nulle, alors que leur compétitivité sexuelle et leur pouvoir inséminant sont conservés (14, 16).

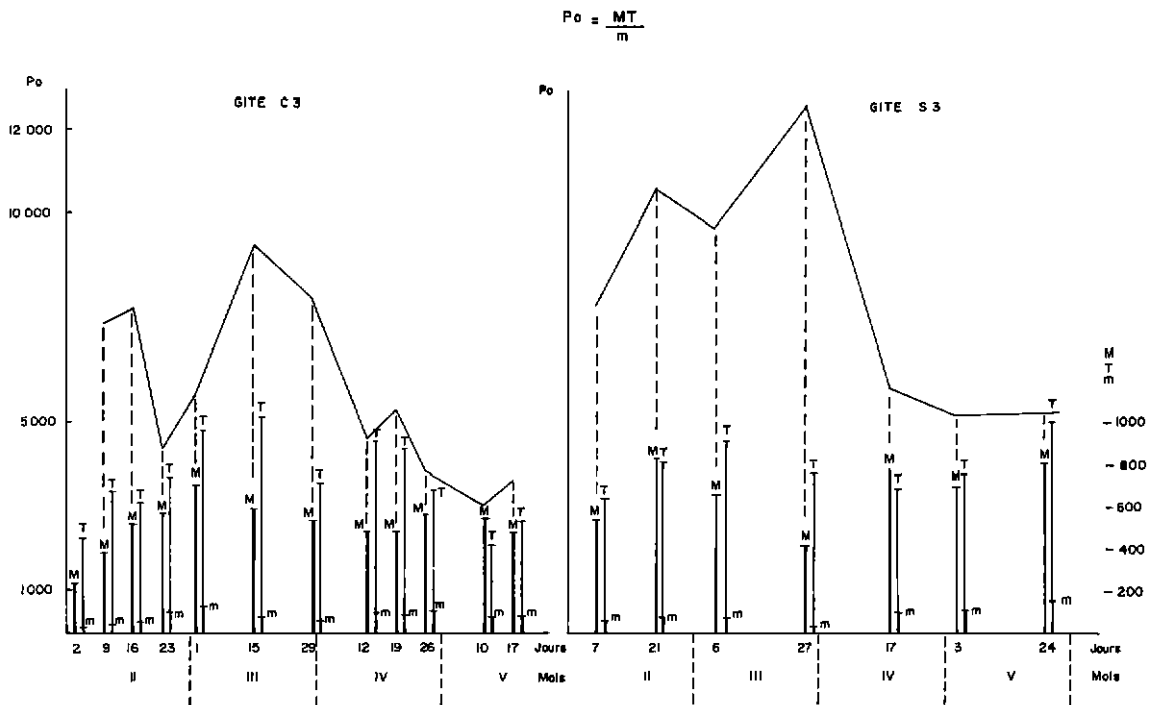
Douze lâchers ont ainsi eu lieu; on ne tiendra pas compte des deux derniers, puisqu'ils se sont faits à parts égales de mâles stériles et de mâles plus ou moins irradiés, et on considérera que leur effet a été nul. Sur les 4.370 mâles stériles ayant pris leur envol, on ne retiendra sur le plan de l'efficacité, que les 3.842 lâchés au cours de dix séances. L'appréciation de leur efficacité se fera sur deux critères :

- évolution de la densité de la population du gîte C₈;
- évolution de la composition de sa population.

a) Evolution de la densité de la population du gîte

Pour apprécier toute variation de la densité de la population du gîte receveur de mâles stériles, on a utilisé la méthode des captures-recaptures, qui a permis d'obtenir les courbes figurant sur les graphiques II et III.

GRAPH. II.— EVOLUTION DANS LE TEMPS DE LA DENSITE DE POPULATION AUX GITES C₃ ET S₃



Elle répond à la formule $P_0 = \frac{M.T}{m}$

(P_0 = population initiale; M = nombre de mouches marquées lâchées; T = nombre de mouches capturées; m = nombre de mouches recapturées marquées). Le délai de 48 heures a été retenu; tout en permettant aux glossines marquées de se diluer dans la population, il n'autorise pas de grandes variations dans la natalité et la mortalité de celle-ci. Cette méthode ne s'applique que si M , T , et m sont assez grands. On peut estimer alors les valeurs supérieures P_1 et inférieures P_2 probables de l'effectif cherché (probabilité 95 p. 100).

$$\frac{M}{P_1} = \frac{m}{T} + 2\sigma \quad \frac{M}{P_2} = \frac{m}{T} - 2\sigma$$

$$\left(\sigma = \sqrt{\frac{m(T-m)}{T^3}} = \text{erreur standard} \right)$$

Cette méthode n'est appliquée qu'aux glossines sauvages; les mâles stériles en sont exclus. L'étude a porté sur les deux gîtes (C_3 et S_3) afin de pouvoir les comparer. Le protocole de capture est celui décrit plus haut.

* Densité de population dans le gîte d'expérience C_3

Sur le graphique II est porté en diagramme M , T et m et la valeur obtenue P_0 ($P_0 = \frac{M.T}{m}$). Ce sondage a été réalisé douze fois; il était contemporain des lâchers de mâles stériles.

Les points P_0 ainsi obtenus décrivent la courbe de densité de la population à C_3 . Toutes les glossines marquées M ont été nourries avant lâcher à l'exception du premier lâcher (2-2-72), ce qui explique le résultat anormal obtenu pour P_0 à cette date. Il ne sera pas retenu.

L'allure générale est celle d'une courbe en clocher; la partie comprise entre le 2 février 1972 et le 23 février 1972 est atypique, et trouve une explication dans le fait que les deux premiers lâchers de glossines marquées (M) et les deux suivants, compris dans cette période, ont été faits en deux points différents (aux deux foyers de l'ellipse que constitue en gros le gîte). Or, aux deux endroits, les conditions de survie ne sont pas les mêmes pour

les glossines, car l'un est plus abrité que l'autre. Tous les autres lâchers ont eu lieu au même endroit (O_1). La population s'accroît donc en densité de la mi-février à la mi-mars où elle atteint son maximum, puis elle décroît en avril-mai d'une façon à peu près régulière. Si on se reporte à la dynamique habituelle de la population de ce gîte, décrite plus haut, on constate que la population s'accroît en février-mars et atteint son maximum en avril-mai, puis elle décroît. On obtient donc la même évolution; la dynamique de la population est la même; seule l'époque où a lieu le maximum est avancée d'un mois, ce qui n'est pas surprenant car les pluies se sont arrêtées précocement cette année, et la saison sèche a été, de ce fait, elle-même avancée.

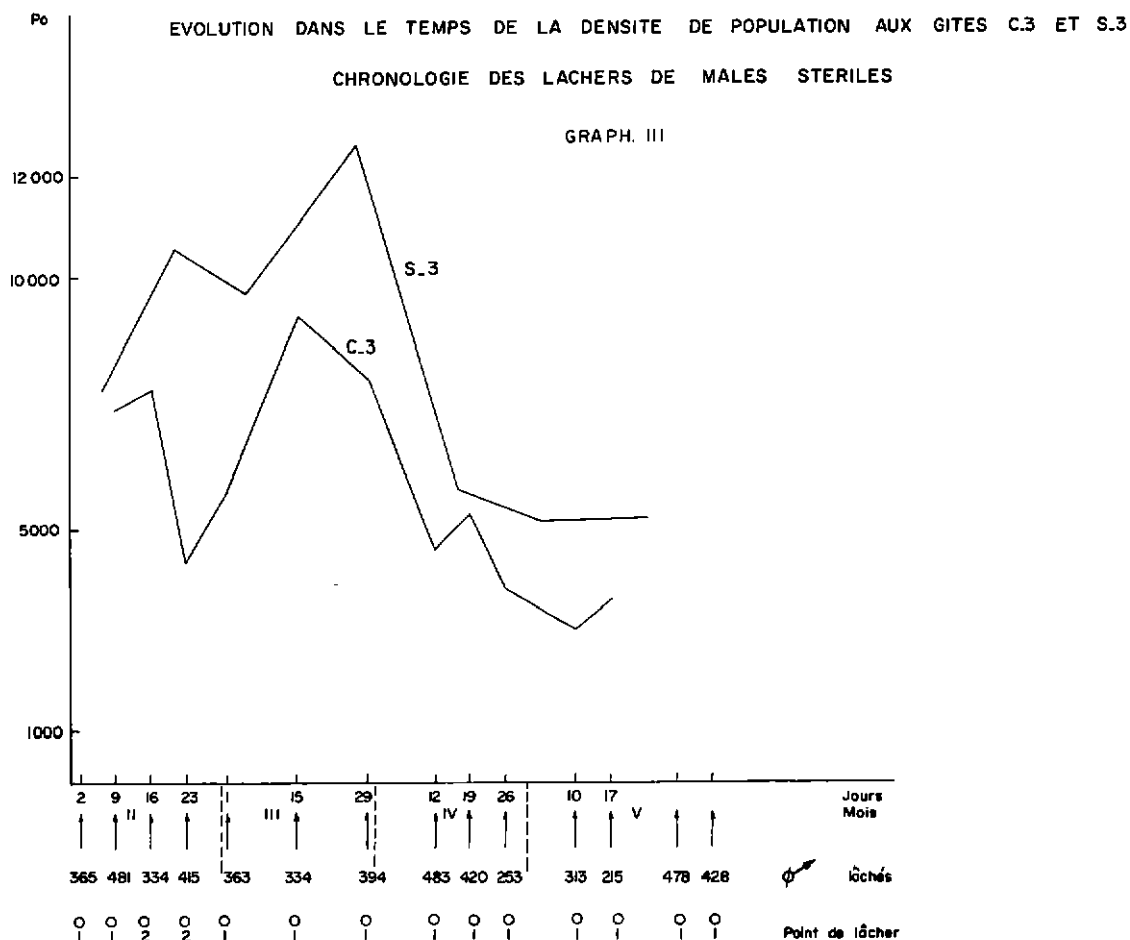
L'évolution de la densité de la population, dans laquelle on a lâché des mâles stériles, est la même que celle observée, les années antérieures, pour la population naturelle de ce gîte.

* Densité de la population dans le gîte témoin S_3

La même méthode appliquée au gîte S_3 , permet d'obtenir la courbe figurant au graphique II; on constate que la population s'élève en densité en février pour atteindre en mars-avril, son maximum, puis décroître régulièrement; autrement dit, l'évolution y est la même qu'en C_3 avec la seule différence, très faible, que le maximum est atteint un peu plus tard.

Il a été dit antérieurement que, en temps normal, la population de ce gîte évolue d'une façon similaire à celle de C_3 avec un léger décalage, dû au fait que S_3 est mieux protégé, car plus dense et plus vaste, et donc que l'action des fortes températures s'y fait sentir avec retard.

Le gîte C_3 , qui a reçu des mâles stériles, voit donc sa population évoluer de façon identique à celle de S_3 , gîte-témoin.



A quel moment, en fonction des premiers lâchers, peut-on escompter un effet sur la densité de population de C_3 ? La population se reproduit suivant un certain rythme, chaque femelle donnant son quota de pupes; dans ce déroulement des générations successives, on peut espérer que les mâles stériles créeront une perturbation, qui sera appréciable après un délai de 48 jours au moins (18 jours jusqu'à la première ponte de la femelle et 30 jours de pupaison en moyenne), moment où la génération de femelles qui doit prendre la relève ne donne pas de descendants. Dans l'observation, au 48^e jour après le premier lâcher, nous sommes dans la phase où la population atteint son maximum; il est possible qu'il y ait eu cependant une action des mâles stériles, bien que réduite, par abaissement du maximum que la population atteint à cette période, mais cet effet reste peu appréciable.

b) Evolution de la composition de la population du gîte

* Composition de la population du gîte d'expérience C_3

Au cours des douze recaptures, faites chacune 48 heures après les lâchers, la composi-

tion de la population à ce moment et son évolution dans le temps ont été analysées.

— Glossines sauvages :

• A la capture, faite 48 heures après le lâcher, on retrouve un certain nombre de mâles et de femelles sauvages marqués; il est facile alors de calculer le rapport pour chacun des sexes : glossines recapturées/glossines lâchées. La moyenne obtenue pour les mâles est :

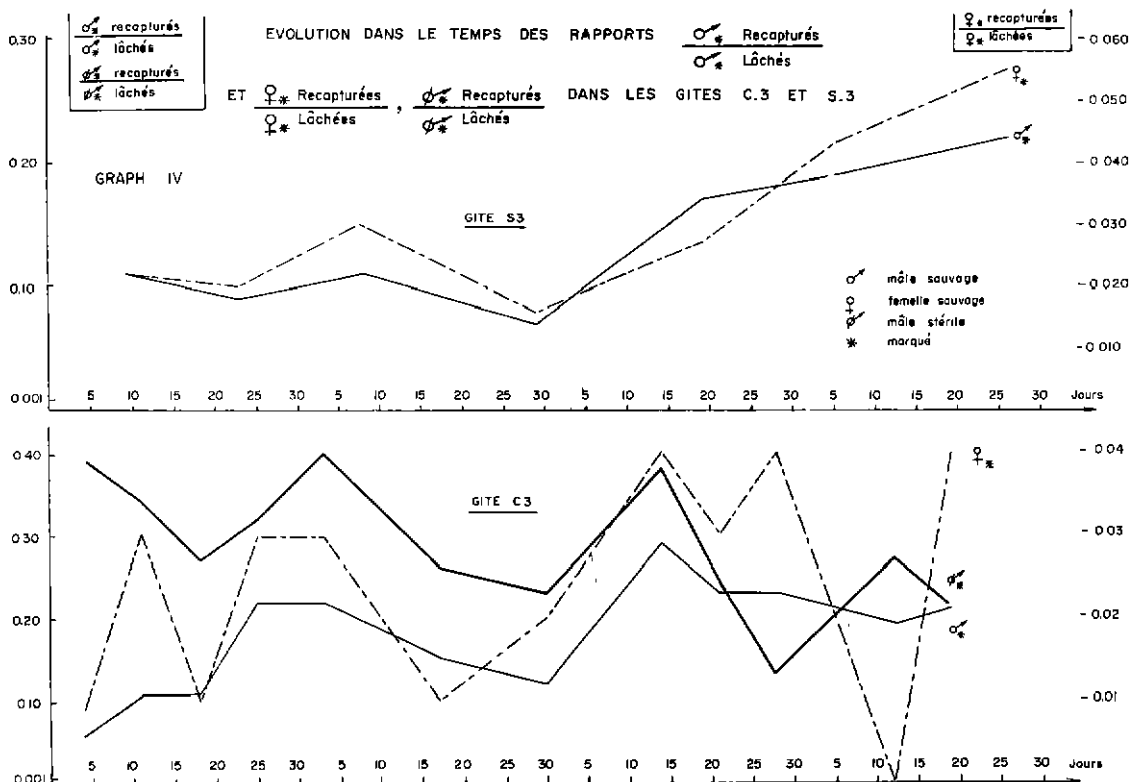
$$\sigma^* \text{ recapt.} / \sigma^* \text{ lâchés} = 0,191 \pm 0,012.$$

Pour les femelles :

$$\varphi^* \text{ recapt.} / \varphi^* \text{ lâchés} = 0,028 \pm 0,007.$$

On recapture donc 19 p. 100 de mâles qui avaient été marqués 48 heures avant, et seulement 2,8 p. 100 de femelles; la différence est très élevée ($\epsilon = 29,6$) et tient au rythme d'activité des femelles et surtout au cycle de la faim, qui font que la sollicitation des captureurs est moins forte vis-à-vis des femelles que des mâles (fréquence des repas plus élevée chez les mâles).

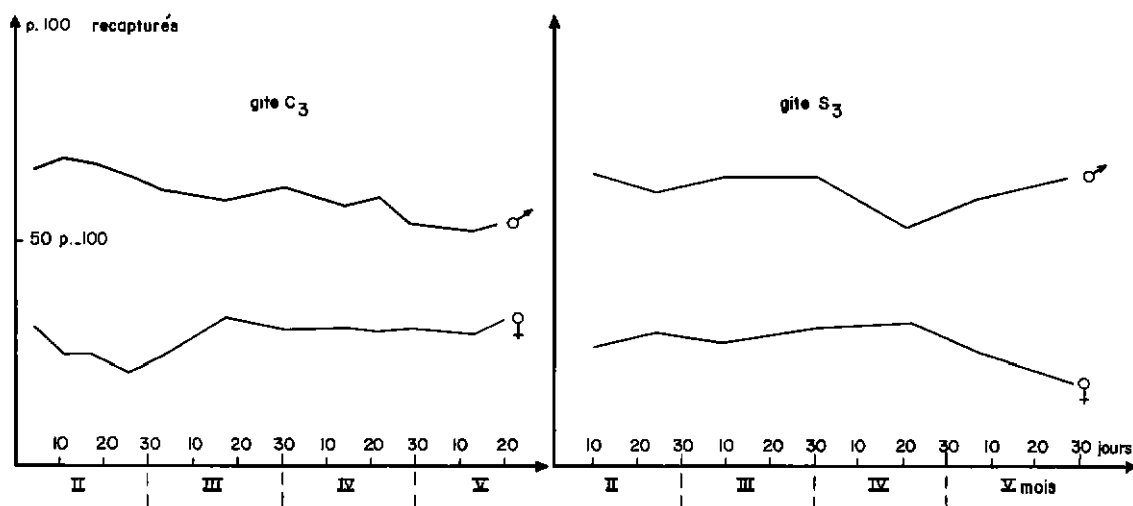
L'évolution de ce rapport dans le temps (graphique IV) suit des courbes très voisines d'allure. Elles ont un aspect général en dents de scie, à amplitude plus grande pour les



femelles. Ceci est dû aux nombres de recapture toujours plus petits de ces dernières par rapport aux mâles. Ces deux courbes ont, de plus, une tendance générale à s'élever : les quantités de mâles et de femelles marqués, que l'on recapture par rapport à celles que l'on a lâchées, ont tendance à croître avec le temps, ce qui traduit bien une baisse de la population naturelle.

• De la même façon, on calcule à ces mêmes captures, les pourcentages de mâles et de femelles sauvages non marqués, rapportés au total de glossines sauvages capturées : $N \delta / N \text{ total glossines} = 0,611 \pm 0,010$. En portant en graphique (n° V) les variations de ce rapport dans le temps, on peut constater qu'il s'infléchit faiblement. Ce même rapport est égal pour les femelles à $0,291 \pm 0,009$.

Evolution dans le temps
GRAPH. V
des pourcentages de mâles et femelles sauvages
capturés dans les gîtes C_3 et S_3



Donc, en moyenne, on capture 61,1 p. 100 de mâles et 29,1 p. 100 de femelles; ce rapport, pour la période considérée, ne varie que très faiblement à l'avantage des femelles.

— Glossines importées :

- Mâles irradiés à 15.500 rads.

A chaque recapture, le rapport des mâles stériles capturés au nombre initialement lâché vaut en moyenne $0,30 \pm 0,013$.

La comparaison de ce rapport pour les mâles stériles, les mâles et les femelles sauvages montre que l'on retrouve 30 p. 100 des mâles stériles en moyenne, contre 19 p. 100 de mâles sauvages marqués et 2,8 p. 100 de femelles. A la recapture, faite après un délai de 48 heu-

res, on retrouve davantage de mâles stériles que de mâles sauvages par rapport aux quantités respectivement lâchées ($\epsilon = 12,2$ hautement significatif); la différence avec les femelles est encore plus élevée ($\epsilon = 24$).

La dispersion des mâles stériles est à mettre en cause, ces derniers se « diluant » moins que les mâles sauvages pendant les 48 premières heures (la dispersion sera l'objet d'une étude ultérieure).

Les variations de ce rapport dans le temps sont portées sur le graphique IV.

On retrouve, comme pour les mâles et femelles sauvages, une courbe en dents de scie, mais avec une tendance générale à s'abaisser; $N \text{ recapt.} / N \text{ lâchées}$ décroît pour les mâles

stériles : on trouve moins de mâles stériles lors des recaptures faites 48 heures après lâcher à mesure que l'on s'avance en saison chaude (cf : longévité; la survie des mâles stériles en fonction de cette saison est l'objet d'une autre publication).

- Mâles irradiés à 6.000 rads

Le seul lâcher de ces mâles permet d'en retrouver à la recapture faite 48 heures après, 19,2 p. 100 contre 21,8 p. 100 de mâles irradiés à 15.500 rads, lâchés au même moment; la différence n'est pas significative ($\epsilon = 0,65$); (le pourcentage de mâles irradiés à 15.500 rads est faible par rapport à la moyenne calculée sur l'ensemble des lâchers. Il s'agit en effet, d'un lâcher effectué au cœur de la saison chaude).

- Mâles normaux

Il n'y a eu aussi pour cette catégorie de glossines qu'un lâcher; les recaptures donnent : $N \text{ recapt.} / N \text{ lâchées} = 25,2 \text{ p. } 100$ et $27,1 \text{ p. } 100$ pour les mâles irradiés à 15.500 rads lâchés au même moment. Il n'y a pas de différence significative entre eux : les pourcentages de recapture sont les mêmes.

Donc, que les glossines soient irradiées ou non, et quel que soit le taux d'irradiation, le rapport (au délai de 48 heures) de glossines recapturées aux glossines lâchées est identique.

Ce rapport, en ce qui concerne les mâles irradiés à 15.500 rads, s'abaisse avec le temps.

En conclusion, dans cette population du gîte C_3 en diminution, les recaptures faites 48 heures après un lâcher permettent d'évaluer le rapport glossines recapturées/glossines lâchées et donnent les résultats suivants :

— Mâles et femelles sauvages non marqués restent dans un rapport presque constant avec seulement un léger avantage pour les femelles en saison chaude; la population de mâles et celle de femelles décroissent ensemble;

— Mâles et femelles sauvages marqués augmentent en nombre avec le temps;

— Les glossines introduites artificiellement dans le gîte, mâles stériles en particulier, diminuent en nombre dans le temps, au cours des recaptures (délai : 48 heures).

* Composition de la population du gîte témoin S_3

- L'évaluation du rapport glossines recapt./ glossines lâchées (délai de 48 heures) donne pour les mâles sauvages marqués $0,149 \pm 0,012$ et $0,031 \pm 0,009$ pour les femelles. On recapture 14,9 p. 100 de mâles et 3,1 p. 100 de femelles marquées; de même qu'à C_3 , on remarque que ces pourcentages sont différents entre les sexes et tiennent en partie à la méthode d'échantillonnage.

L'évolution de ce rapport se traduit par une courbe, elle aussi en dents de scie (graphique IV), qui a une tendance plus marquée à s'élever; les quantités de mâles et femelles marquées s'accroissent dans le temps au cours des recaptures faites après un délai de 48 heures.

- Le pourcentage de mâles sauvages non marqués relatif au total capturé, prend une valeur moyenne égale à $0,625 \pm 0,012$ tandis que celui des femelles est égal à $0,277 \pm 0,011$.

Le graphique V traduit l'évolution de ces pourcentages dans le temps : celui des mâles et celui des femelles restent pratiquement constants.

* Comparaison des populations à C_3 et à S_3 : conclusion

- Les rapports $\sigma^* \text{ recapt.} / \sigma^* \text{ lâchés}$ diffèrent entre C_3 et S_3 : $0,191$ et $0,149$ ($\epsilon = 5,7$); on ne recapture pas dans C_3 et S_3 , au délai de 48 heures, le même nombre de mâles sauvages marqués. On a affaire à une « dilution » différente des mâles marqués dans ces populations.

- Les rapports $\varphi^* \text{ recapt.} / \varphi^* \text{ lâchées}$ ($0,028$ et $0,031$) ne diffèrent pas ($\epsilon = 0,60$).

On recapture, au délai de 48 heures, le même nombre de femelles dans C_3 et S_3 relativement à celui initialement lâché. Les chiffres de recaptures des femelles étant toujours très faibles, on ne peut attribuer à la comparaison beaucoup d'attention; il faut plutôt penser que dans les deux gîtes, les populations de femelles sont quantitativement différentes. La méthode de capture-recapture appliquée aux femelles est peu utilisable, comme il a été dit plus haut, puisque ces dernières sont très peu sollicitées par les captureurs. Si on peut estimer que le sex-ratio dans la nature est de 50 p. 100 (d'après les dissections de pupes récoltées), les populations des mâles étant quantitativement

différentes d'un gîte à l'autre, il en est de même des populations de femelles.

L'évolution de ces rapports dans le temps est identique pour C_3 et S_3 (graphique IV); ils ont tendance à s'élever.

- Le pourcentage moyen de mâles sauvages capturés non marqués à C_3 et à S_3 (61,1 p. 100 et 62,5 p. 100 : $\epsilon = 1,75$ N.S.) est semblable.

Ces rapports suivent, dans le temps, des courbes qui se chevauchent et qui ont même allure; il en est par complémentarité de même pour les femelles.

Les deux gîtes abritent donc des populations de glossines quantitativement différentes ($S_3 > C_3$), mais l'évolution de la densité et celle de la composition de la population restent semblables.

L'effet des mâles stériles sur la population de C_3 est donc inexistant ou non mesurable, s'il a eu lieu. Mais pouvait-on s'attendre à un effet appréciable des mâles stériles, lâchés aux quantités et au rythme annoncés ? Il convient d'examiner dans quelles proportions respectives, mâles stériles et mâles sauvages ont eu à entrer en compétition. L'appréciation du nombre exact de mâles sauvages présents dans le gîte est difficile et sera faite par deux évaluations.

La première repose sur la méthode de capture-recapture qui donne une évaluation de la population totale du gîte (P_0); si on suppose que le sex-ratio est de 1/1 dans la nature, la population de mâles est égale à la moitié de la valeur calculée P_0 . On connaît le nombre exact de mâles stériles lâchés, qui sera rapporté à cette valeur $P_0/2$. Ce rapport a une valeur de $0,116 \pm 0,032$.

La deuxième se base sur l'échantillonnage que constitue une capture; si on admet que mâles stériles et mâles sauvages sont sollicités de la même façon par les captureurs, on aura, par ce sondage, le pourcentage de mâles stériles dans le gîte par rapport aux mâles fertiles sauvages.

En considérant seulement les captures faites 48 heures après lâcher, le pourcentage de mâles stériles trouvé est en moyenne de 22 p. 100, mais, à ce délai, on recapture, du fait d'une dispersion insuffisante, plus de mâles stériles que de mâles sauvages. Aussi, on

retiendra le pourcentage moyen de mâles stériles recapturés au cours des 32 sondages s'étendant sur 4 mois et demi d'observation, et pratiqués à différents délais; le rapport moyen mâles stériles / mâles fertiles ($\emptyset \rightarrow \sigma$) dans la population de C_3 est alors de 11,6 p. 100. (On retrouve le même résultat qu'avec la première méthode d'évaluation.)

Ce rapport évolue selon une courbe (graphique VI) en dents de scie, dont chacune correspond à l'augmentation de la fraction de mâles stériles consécutive à un lâcher. D'une façon générale, ce rapport va en décroissant avec le temps.

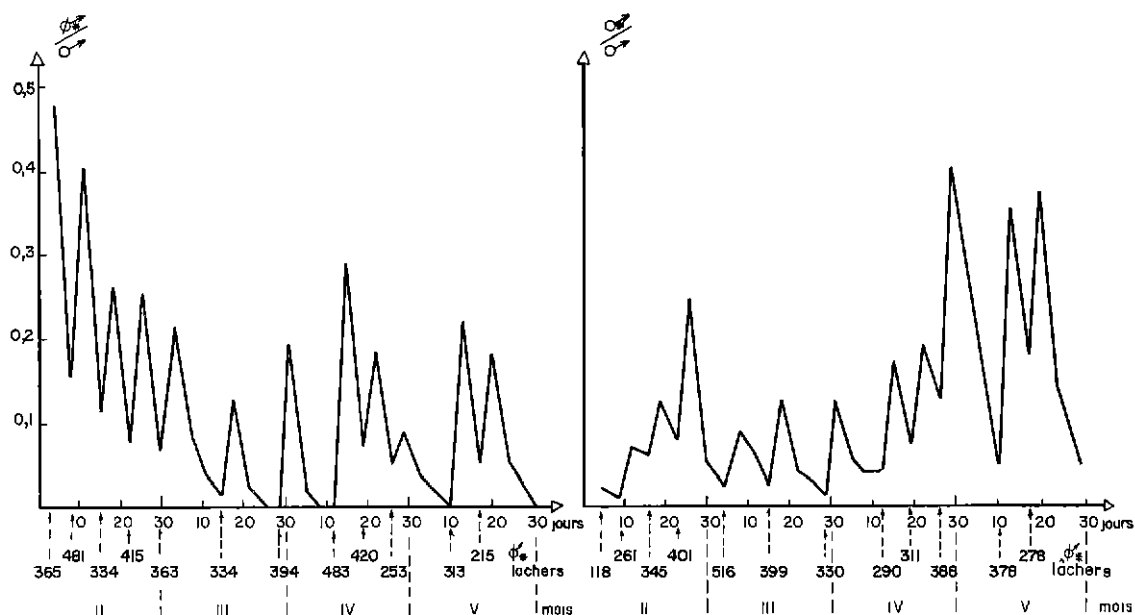
Le rapport des mâles fertiles marqués aux mâles fertiles non marqués (σ^* / σ), calculé lors des sondages successifs, évolue selon une courbe d'aspect semblable, mais qui va en s'élevant. La valeur moyenne de ce rapport est de $0,113 \pm 0,005$; 11,3 p. 100 de mâles sauvages marqués (qui avaient été lâchés en même temps que les mâles stériles) se trouvent en moyenne dans la population. Mâles stériles et mâles sauvages marqués sont donc recapturés en moyenne à des taux très voisins, qui ne diffèrent pas ($0,116$ et $0,113$: $\epsilon = 0,32$; non significatif); mais les premiers tendent, au long de l'observation, à baisser en nombre, tandis que les seconds augmentent.

On a donc en moyenne 11,6 p. 100 de mâles stériles par rapport aux mâles sauvages fertiles dans le gîte C_3 . En supposant qu'ils jouissent d'une vigueur égale à celle des mâles sauvages, il est aisé de constater que leur efficacité reste fatalement très réduite ou nulle. L'effet dominant est remporté par le groupe le mieux représenté qui reste, malgré les lâchers réguliers de mâles stériles, celui des mâles sauvages.

Si on estime, en moyenne, la population du gîte C_3 à 5.700 mouches (moyenne établie sur 11 captures-recaptures) dont 2.850 mâles, et s'il faut selon E. F. KNIPLING (20) un rapport de 3/1 en faveur des mâles stériles pour que la méthode soit efficace, il serait nécessaire de lâcher, initialement et en masse, environ 8.500 mâles stériles dans ce gîte pour atteindre l'efficacité souhaitée.

Ceci met en évidence la nécessité de lâcher des mâles stériles dans une population sauvage de basse densité (27) : quelle soit faible naturellement (début d'installation de la population

Evolution dans le temps des rapports $\frac{\sigma}{\sigma}$ et $\frac{\sigma}{\sigma}$
 GRAPH VI dans le gîte C3 en fonction des lâchers



dans un gîte, contraintes climatiques sévères), ou qu'elle soit abaissée artificiellement (pulvérisations insecticides). Il semble, en effet, qu'un lâcher dans une population de forte densité, en dehors du fait qu'il nécessite de grands effectifs de mâles stériles, risque de n'aboutir qu'à des résultats minimes.

IV. CONCLUSION

— L'expédition de glossines irradiées de Maisons-Alfort vers le Tchad s'est déroulée dans de bonnes conditions. La mortalité après ce trajet reste faible. Par contre, les glossines éprouvent parfois des difficultés à s'envoler au moment du lâcher; il faut y voir l'action du facteur « irradiation » (moindre vigueur), mais surtout celle des facteurs « élevage, voyage » (ailes anormales, ailes abîmées). Leurs effets abaissent la vivacité des glossines expédiées; celle-ci reste inférieure à celle des glossines sauvages au moment du lâcher dans un gîte naturel.

— Les manipulations, les facteurs « élevage, voyage » sont susceptibles d'infliger quelques perturbations légères au rythme d'activité des

glossines, au moins pendant les 48 heures qui suivent le lâcher. Mais, dans l'ensemble, les mâles stériles se mobilisent dans le gîte de la même façon que les mâles sauvages lâchés avec eux, le facteur « irradiation » n'ayant ici aucune influence.

L'évolution de la densité de la population du gîte, où ont eu lieu des lâchers réguliers de mâles stériles, reste identique à celle du gîte témoin. On assiste à une décroissance naturelle de la population sauvage en saison très chaude, ce qui se vérifie par une augmentation des quantités de glossines sauvages marquées recapturées; le sex-ratio de la population sauvage, obtenu par la méthode de capture au filet, reste pratiquement stable.

Par contre, à des délais fixes, la fraction recapturée de mâles stériles va en diminuant avec la saison chaude (baisse de leur longévité moyenne). Les facteurs « élevage, voyage » sont à mettre en cause plutôt que le facteur « irradiation ».

L'absence d'effet mesurable des lâchers de mâles stériles sur l'évolution de la population sauvage reste le fait, pour une faible part, de la moindre vigueur des mâles stériles, mais surtout

de leur nombre insuffisant par rapport aux mâles sauvages, puisqu'ils se retrouvent ensemble dans la proportion de 11 p. 100 seulement.

Ceci met en évidence la nécessité de lâcher des mâles stériles en quantité et de façon répétée dans un gîte de faible densité.

SUMMARY

Behaviour of sterile males *Glossina tachinoides* West. released in natural conditions - vicinity of Fort-Lamy (Chad)

I. Transport, releases, activity rhythm, influence on wild population

Glossina tachinoides adult males, bred and irradiated with 15.500 rads in Maisons-Alfort (France) were dispatched by air-mail to Fort-Lamy (Chad) between February and May of 1972, in order to be released, after marking, in a natural area of Cameroon side of the Chari river.

In this first part, the authors analyse the consequences of "breeding - irradiation - transport - handling" factors on sterile males behaviour and activity rhythm. The too small quantity of sterile males (11 p. 100 of the natural population) is essentially the cause of absence of measurable effect on natural population evolution.

RESUMEN

Comportamiento de machos estériles de *Glossina tachinoides* West. soltados en las condiciones naturales. Alrededores de Fort-Lamy (Chad)

I. Transporte, soltar, ritmo de actividad, acción sobre la población salvaje

Entre febrero y marzo de 1972, se enviaron por avion a Fort-Lamy (Chad) machos adultos de *G. tachinoides*, criados e irradiados con 15.500 rads en Maisons-Alfort (Francia), con el objeto de soltarlos, después de marcado, en una madriguera natural de la ribera de Camerún del río Chari.

En esta primera parte, los autores analizan las consecuencias de los factores « crianza - irradiación - transporte - manipulación », sobre el comportamiento y el ritmo de actividad de los machos esteriles.

El número demasiado mediano de los machos esteriles (11 p. 100 de la población natural) esencialmente es causa de la ausencia de efecto mensurable sobre la evolución de la población natural.

BIBLIOGRAPHIE

1. AZEVEDO (J. F. de), PINHÃO (R.) et SANTOS (A.M.T. dos). Biological studies carried out with the *Glossina morsitans* colony of Lisbon. III. Hypothetical control of the tsetse fly in Principe Island by the sterile male technique. *An. Esc. nac. Saúde publ. Med. trop.*, 1968, 2 (1-4): 51-59.
2. BILIOTTI (E.), L'écologie, fondement et support de la lutte biologique. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 1971, 46 (3 bis): 5-10.
3. BLANC (J. Ph.). Les glossines: méthodes de lutte. *Thèse Méd. vét., Toulouse*, 1970, n° 45.
4. CAVALLORO (R.), CUISANCE (D.) et LEPERS (A.). Marquage des glossines par colorants et radioisotopes. *Estratto Redia*, 1970-1971, 70: 629-640. (Direction de Biologie de l'Euratom. Publ. n° 700).
5. CHALLIER (A.). Possibilités d'application de la technique du mâle stérile à la lutte contre les glossines. *Rap. final VI^e Conf. techn. O.C.C.G.E., Bobo-Dioulasso*, 1966, pp. 329-330.
6. CUISANCE (D.) et ITARD (J.). Comportement de mâles stériles de *Glossina tachinoides* West. lâchés dans les conditions naturelles - Environs de Fort-Lamy (Tchad). II. Longévité et dispersion (à paraître).
7. CUISANCE (D.), ITARD (J.) et BOREHAM (P.F.L.). Comportement de mâles stériles de *Glossina tachinoides* West. lâchés dans les conditions naturelles - Environs de Fort-Lamy (Tchad). III. Lieux et hauteurs de repos - Comportement alimentaire (à paraître).
8. DAJOZ (R.). Précis d'écologie. Paris, Dunod, 1971.
9. FORD (J.). The role of the trypanosomiasis in African ecology. A study of the tsetse fly problem. Oxford, Clarendon Press, 1971.
10. GLOWER (P. E.). Importance of ecological studies in tsetse fly control. *Bull. Wild. Hlth. Org.*, 1967, 37 (4): 581-614.
11. GRUVEL (J.). Quelques remarques relatives à l'écologie de *Glossina tachinoides* dans la région

- du Bas-Chari. 1^{er} symposium sur l'élevage en laboratoire de la mouche tsé-tsé et ses applications pratiques, Lisbonne (Portugal), 22-23 avril 1969.
12. GRUVEL (J.). Orientation des études écologiques en vue de l'application de la méthode du « mâle stérile » dans la lutte contre les glossines de l'espèce *G. tachinoides* West. 39^e Session Off. int. Epizoot., 1971.
 13. GRUVEL (J.). Contribution à l'étude biologique et écologique de *G. tachinoides* dans le bassin du lac Tchad. (En préparation).
 14. ITARD (J.). Stérilisation des mâles de *Glossina tachinoides* West. par irradiation aux rayons gamma. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (4): 479-491.
 15. ITARD (J.). Cycle de l'oogénèse chez les femelles de *Glossina tachinoides* West. et détermination de l'âge physiologique. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1966, **19** (3): 331-350.
 16. ITARD (J.). Elevage, cytogénétique et spermatogénèse des insectes du genre *Glossina*. Stérilisation des mâles par irradiation gamma. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 1971, **46** (3 bis): 35-63.
 17. ITARD (J.). Sterilization by gamma irradiation of adult male Glossinae. Low dosage irradiation (4.000 to 6.000 rads) of adult male *G. tachinoides*. 13 meeting ISCTR, Lagos, 1971. Publ. n° 105, pp. 321-325.
 18. ITARD (J.) et MAILLOT (L.). Les élevages de Glossines à Maisons-Alfort (France). 1^{er} symposium sur l'élevage en laboratoire de la mouche tsé-tsé et ses applications pratiques. Lisbonne (Portugal), 22-23 avril 1969.
 19. ITARD (J.), MAILLOT (L.), BRUNET (J.) et GIRET (M.). Observations sur un élevage de *G. tachinoides* West. après adoption du lapin comme animal hôte. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (3): 387-403.
 20. KNIPLING (E. F.). Potential role of the sterility principle for tsetse fly eradication. *W.H.O./Vector Control/27. W.H.O./EBL/9*. 10 avril 1963, 17 p.
 21. MOUCHET (J.). La stérilisation par les moyens physiques et chimiques et son utilisation dans la lutte contre les insectes vecteurs. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 1971, **46** (3 bis): 67-89.
 22. MULLIGAN (H. W.). The african trypanosomiasis. London, George Allen and Unwin Ltd., 1970.
 23. NASH (T.A.M.). Climate, the vital factor in the ecology of *Glossina*. *Bull. ent. Res.*, 1937, **28**: 75-127.
 24. NASH (T.A.M.), JORDAN (A.M.) et TREWERN (M.A.). Recent advances in mass rearing of tsetse flies (*Glossina* spp). *Symposium on the sterility principle for insect control or eradication, Athens, I.A.E.A.*, 14-18 septembre 1970.
 25. Région de Recherches Vétérinaires et Zootechniques d'Afrique Centrale, Laboratoire de Farcha. Rapport annuel 1970.
 26. RIOUX (J. A.) et MOUCHET (J.). L'écologie des Arthropodes hématophages, contraintes et perspectives. *Ann. Parasit. hum. comp.* 1971, **46** (3 bis): 11-16.
 27. SIMPSON (H. R.). The effect of sterilized males on a natural tsetse fly population. *Biometrics*, 1958, **14**: 159-173.
 28. TIBAYRENC (R.), ITARD (J.) et CUISANCE (D). Marquage des glossines par des substances fluorescentes. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (2): 277-286.
 29. WEITZ (B.). The feeding habits of *Glossina*. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 1963, **28**: 711-729.